

# BYŁEM W CZARNOBYLU, BYŁEM W FUKUSZIMIE, BYŁEM W HIROSZIMIE...

*I have visited Chernobyl, Fukushima and Hiroshima...*

Krzysztof Wojciech Fornalski

Niniejszy artykuł jest pisaną prostym językiem popularnonaukową relacją z wyjazdu autora do Czarnobyla (2008 r.), Fukuszymy (2014 r.) i Hiroszimy (2014 r.).

The presented article is a popular-science report of the author's visit in Chernobyl (2008), Fukushima (2014) and Hiroshima (2014).

**Słowa kluczowe:** Czarnobyl, Fukuszyma, Hiroszima

**Key words:** Chernobyl, Fukushima, Hiroshima

## Wstęp

Kiedy dyskutuje się o problematyce dotyczącej energii jądrowej, lub nawet szerzej – dotyczącej promieniowania jonizującego, prędzej czy później w dyskusji pojawiają się miejsca-symbole, jakimi niewątpliwie są Czarnobyl, Fukuszyma i Hiroszima<sup>1</sup>. Wydarzenia, które miały tam miejsce, bez wątpienia zmieniły ich historię i zapisały się w ludzkiej świadomości.

Nie chciałbym w tym miejscu rozpisywać się na temat przyczyn, okoliczności czy konsekwencji tych wszystkich zdarzeń, które miały miejsce w Czarnobylu, Fukuszymie i Hiroszynie. Chciałem się skupić raczej na prostej popularnonaukowej relacji z wizyty we wszystkich tych miejscach, które w ostatnich latach miałem okazję odwiedzić. Relacji z licznikiem Geigera w ręce, co pozwoliło obalić niejedną mit związany z promieniowaniem jonizującym.



**Fot.1.** Czarnobylska Elektrownia Jądrowa (2008 r.), pierwszy z prawej to sarkofag reaktora nr IV  
**Photo 1.** Chernobyl NPP (2008), first on the right: the sarcophagus of reactor no.4

## Byłem w Czarnobylu...

Swoją przygodę z tzw. turystyką atomową, choć brzmi to dość eufemistycznie, rozpocząłem w kwietniu 2008 r. od wyjazdu do Czarnobyla<sup>2</sup>. Choć wiele napisano na temat samej elektrowni jądrowej, jak i przyczyny jej awarii w 1986 r, to perspektywa zobaczenia tego miejsca na własne oczy była bardzo silna.

Czarnobylska Elektrownia Jądrowa bazująca na sowieckiej technologii reaktorów RBMK, położona jest dzisiaj w podwójnej strefie bezpieczeństwa. Pierwsza strefa, o średnicy ok. 10 km, jest całkowicie wysiedlona, a dostęp do niej jest bardzo ograniczony. Druga strefa, o kształcie nieregularnym, posiada średnicę ok. 30 km i jest częściowo zamieszkała. Z tej właśnie przyczyny nocleg w okolicy samej elektrowni jądrowej

nie był możliwy, wobec czego zostaliśmy zakwaterowani w pobliskim mieście Sławutycz, które zostało zbudowane dla ludzi wysiedlonych ze strefy.

Ze Sławutycza do samej elektrowni dojeżdża się pociągiem, który częściowo biegnie eksterytorialnie przez Białoruś. To, co na pierwszy rzut oka ukazuje się podróżnym, to bujna przyroda, która od ponad ćwierćwiecza funkcjonuje wolna od ludzkiej ingerencji. Dzięki stada zwierząt, lasy i szuwały robią olbrzymie wrażenie na przekór utartej opinii o tym, że okolice elektrowni jądrowej przypominają krajobraz księżycowy.

Kilka kilometrów przed dotarciem do celu moim oczom ukazała się słynna Czarnobylska Elektrownia Jądrowa i ustawione w jednym rzędzie cztery bloki RBMK oraz chłodnie kominowe dwóch kolejnych, nigdy nieukończonych bloków. Na samym koń-

cu ukazuje się sarkofag kryjący blok nr IV - świadka największej tragedii w historii światowej energetyki jądrowej. Szybki rzut okiem na licznik Geigera rozwiał wątpliwości: poziom promieniowania gamma (moc dawki promieniowania gamma) równy był naturalnemu tłu promieniowania, które wynosi około 0,15-0,2  $\mu\text{Sv/h}$  (mikrosiwertów na godzinę<sup>3</sup>), czyli tyle, co w Warszawie.



**Fot.2.** Przed sarkofagiem reaktora nr IV w Czarnobylu – moc dawki ok. 5-6  $\mu\text{Sv/h}$

**Photo 2.** In front of the 4th reactor's sarcophagus in Chernobyl – dose rate level approx. 5-6  $\mu\text{Sv/h}$

Po dotarciu koleją na teren Czarnobylskiej Elektrowni Jądrowej łatwo można było zauważyć, iż moc dawki wynosiła dokładnie tyle samo, co w pociągu, w Sławutyczu, czy we wspomnianej już Warszawie. Po opuszczeniu dworca kolejowego wsiedliśmy do lokalnego autobusu, pamiętającego jeszcze czasy świetności elektrowni, który zawiózł nas pod sam sarkofag IV reaktora i mieszczące się tuż obok centrum informacyjne. Licznik Geigera wskazywał około 5-6  $\mu\text{Sv/h}$ , czyli już znacząco więcej niż naturalne tło promieniowania.

Warto uzmysłowić sobie, że dawka otrzymana w wyniku jednego prześwietlenia rentgenowskiego klatki piersiowej jest równa dawce otrzymanej przez osobę stojącą przy płocie czarnobylskiej elektrowni przez ok. 150 godzin. Poinformowano nas, że za płotem moc dawki wzrasta do 8  $\mu\text{Sv/h}$ , a przy samym sarkofagu do 20  $\mu\text{Sv/h}$ . Naturalne tło promieniowania w takich miastach jak Ramsar w Iranie czy Guarapari w Brazylii nierzadko dochodzi nawet do 100  $\mu\text{Sv/h}$  – i to z całkowicie naturalnych, geologicznych przyczyn. Dla porównania przypomnę, iż w Warszawie moc dawki wynosi około 0,15-0,2  $\mu\text{Sv/h}$ .



**Fot.3.** Nieistniejąca wieś Kopaczki i „składowisko odpadów promieniotwórczych” – moc dawki ok. 0,25  $\mu\text{Sv/h}$

**Photo 3.** The former village Kopatchi and the „radioactive waste repository” – dose rate approx. 0.25  $\mu\text{Sv/h}$

Warto dodać, że elektrownia jądrowa w Czarnobylu pracowała jeszcze długo po awarii, a zamknięta została ostatecznie z końcem 2000 r., głównie pod naciskiem USA i UE. Obecnie nigdzie poza rejonem tzw. czerwonego lasu<sup>4</sup> nie zarejestrowałem mocy dawki przekraczającej wskazania spod sarkofagu IV reaktora. Na skraju wspomnianego lasu moc dawki doszła do ok. 25  $\mu\text{Sv/h}$ .

Zatrzymaliśmy się również w nieistniejącej już wsi Kopaczki, gdzie według naszego lokalnego przewodnika (który niegdyś pracował w słynnym IV reaktorze) znajdowało się składowisko odpadów promieniotwórczych. Istotnie, cały teren pokryty był niewielkimi pagórkami na szczycie których umieszczone były przerdzewiałe, charakterystyczne żółte znaki z czerwoną „koniczynką” ostrzegające przed promieniowaniem. Jednak nasze liczniki Geigera nie wskazały nic ponad naturalne tło promieniowania, a na szczycie pierwszego pagórka zmierzaliśmy raptem 0,12  $\mu\text{Sv/h}$ .

Kolejnego dnia naszym głównym celem podróży było miasto-widmo Prypeć. Miasto to, przed awarią ok. 50-tysięczne, było zamieszkane przede wszystkim przez pracowników elektrowni jądrowej oraz ich rodziny. Zlokalizowane jest ok. 3 km od siłowni i stanowi główny przykład wielkiej ludzkiej tragedii, jaką niesie ze sobą trwała i nagła ewakuacja wszystkich mieszkańców. Na głównym placu w Prypeci moc dawki oscyluje w okolicach 1  $\mu\text{Sv/h}$ , lecz w wielu miejscach (np. szpital, dom kultury, mieszkania prywatne) niczym nie różni się od naturalnego tła promieniowania mierzonego chociażby w Warszawie. Jednakże w wielu miejscach moc dawki dochodzi nawet do 5  $\mu\text{Sv/h}$  przy gruncie z uwagi na substancje promieniotwórcze, które wniknęły do gleby np. wraz z deszczem.



**Fot. 4.** Prypeć, plac centralny miasta – moc dawki ok. 1  $\mu\text{Sv/h}$

**Photo 4.** Prypiat, central city square – dose rate approx. 1  $\mu\text{Sv/h}$

Mimo odnalezienia wielu miejsc, gdzie poziom promieniowania jest wyższy, na zdecydowanej większości obszaru tzw. zony czarnobylskiej moc dawki niczym nie różni się od tej mierzonej w Warszawie, co obala mit o Czarnobylu jako miejscu skażonym na wieki i nienadającym się do zamieszkania.

### Byłem w Fukuszymie...

Podróż do Elektrowni Jądrowej Fukushima Dai-ichi (Fukushima I) rozpocząłem 29 września 2014 r. z Tokio, skąd wraz z Panem Kazuo Kishida z japońskiego JICC<sup>5</sup> udaliśmy się koleją do miasta Iwaki oddalonego od siłowni o ok. 50 km. Mieszkańcy tego miasta byli na krótko ewakuowani po awarii elektrowni w 2011 r., gdyż pierwotnie Iwaki stanowiło granicę pierwszej, największej strefy wysiedleń. Z Iwaki udaliśmy się

następnie taksówką do aktualnej granicy zamkniętej strefy wokół elektrowni jądrowej, czyli do kompleksu sportowego zwanego J-Village (powstałego na potrzeby olimpiady). Obiekty sportowe zostały zaadoptowane na tymczasowe centrum dowodzenia TEPCO (operatora elektrowni jądrowej), gdzie mieliśmy spotkanie wstępne na temat aktualnego statusu prac wokół i w samej elektrowni. Po około godzinnym spotkaniu, wraz z grupą pracowników TEPCO, udaliśmy podstawionym autobusem w głąb strefy bezpieczeństwa wokół elektrowni jądrowej. Byłem tam jedynym obcokrajowcem.

A



B



**Fot. 5. A:** drogowskaz do elektrowni jądrowej Fukushima Dai-ichi; **B:** pokryte brezentem przechowalniki niskoaktywnych odpadów promieniotwórczych – efekt wielkoskalowej dekontaminacji całego terenu

**Photo 5. A:** the Fukushima Dai-Ichi road sign; **B:** radioactive waste storage under the tarp – the effect of mass decontamination

Podstawowa różnica pomiędzy strefą czarnobylską a fukuszimską to obecność ludzi. Podczas gdy nieuprzątnięty teren EJ Czarnobyl świecił pustkami, w okolicy EJ Fukushima I zastępy ludzi porządkowały całą okolicę. Nie bez znaczenia jest tu oczywiście japońska mentalność i ich zamiłowanie do ładu, dyscypliny i planowania, czego nie można powiedzieć o mentalności w byłym Związku Sowieckim.



**Fot. 6.** Tymczasowe kontenery mieszkalne dla osób wysiedlonych z okolic elektrowni jądrowej Fukushima

**Photo 6.** Temporary house containers for evacuees

Przez większą część podróży autobusem licznik Geigera nie wskazywał nic ponad naturalne tło promieniowania. Ten odczyt utrzymywał się nawet w sytuacji przejeżdżania obok tymczasowych przechowalników niskoaktywnych odpadów promieniotwórczych, które powstały w wyniku dekontaminacji (oczyszczania) dróg, dachów czy zwykłych pól i łąk. Tego typu „przechowalników” jest na terenie całej strefy bardzo dużo i wyglądają niczym pokryte brezentem hałdy ziemi i krzaków. Tak też jest w rzeczywistości – pracujące na miejscu służby usuwają praktycznie wszystko, co może być nawet odrobinę skażone, wykonując swą pracę aż nazbyt skrupulatnie. Powoduje to z jednej strony powstawanie ogromnych ilości materiałów odpadowych, które w większości nie stanowią żadnego zagrożenia, z drugiej strony oczyszczane tereny są sukcesywnie zwracane mieszkańcom, a ludzie powoli wracają do kolejno oczyszczonych wiosek i całych gmin.

Jest jeszcze jedna spektakularna różnica pomiędzy wjazdem do strefy czarnobylskiej a fukuszimskiej. O ile w tej pierwszej wjazdu pilnuje wojsko z bronią w rękę, obecne są zasieki i szlabany, o tyle w tej drugiej sytuacji widnieje jedynie tablica ostrzegawcza o zakazie wjazdu – i dla mentalności japońskiej jest to całkowicie wystarczające zabezpieczenie.



**Fot. 7.** Autor w autobusie wraz z pracownikami TEPCO i JICC

**Photo 7.** Author in the bus together with TEPCO and JICC employees

Moc dawki promieniowania jonizującego nieznacznie przekroczyła poziom tła mniej więcej na wysokości elektrowni jądrowej Fukushima Dai-ii (Fukushima II), czyli siostry zniszczonej elektrowni jądrowej Fukushima Dai-ichi. Praktycznie do momentu dojechania do celu liczniki Geigera nie przekraczały wskazań 3  $\mu\text{Sv/h}$ , z czego na przeważającym obszarze nie zanotowaliśmy więcej niż 1  $\mu\text{Sv/h}$ . Po przybyciu na miejsce zostaliśmy poproszeni o przebranie się w fartuchy ochronne, założenie kasków i papie-

rowych maseczek na twarz. Następnie wsiedliśmy do kolejnego autobusu, który obwioził nas po całym terenie elektrowni jądrowej Fukushima Dai-ichi złożonej z sześciu bloków typu BWR. Byliśmy pod blokami reaktorów nr 1, 4, 5 i 6, w okolicy budynków administracyjnych, przy niezliczonych zbiornikach na wodę wypompowaną z reaktora, przy betonowych kontenerach wyjętego wypalonego paliwa jądrowego, jak też nad brzegiem samego oceanu.

A



B



**Fot. 8.** A: zbiorniki na skażoną wodę chłodzącą reaktory; B: zabezpieczony budynek reaktora numer 1

**Photo 8.** A: contaminated water tanks from reactors; B: reactor unit no. 1

Poziom promieniowania wskazywany przez nasze liczniki Geigera utrzymywał się na poziomie kilku  $\mu\text{Sv/h}$  przez większość trasy. W niektórych miejscach (okolice zbiorników z wodą, pojemników na wypalone paliwo) odczyt wzrastał do kilkunastu  $\mu\text{Sv/h}$ . Pod samymi uszkodzonymi reaktorami moc dawki wynosiła między 20 a 35  $\mu\text{Sv/h}$ , podczas gdy w najbardziej skażonym miejscu (spośród tych, w których byliśmy), na skarpie ok. 100 metrów od reaktora nr 4, moc dawki wzrosła do ok. 150  $\mu\text{Sv/h}$ . Po zakończeniu objazdu każdy z uczestników został sprawdzony w bramce dozymetrycznej, po czym udaliśmy się w drogę powrotną. Do Tokio wróciłem jeszcze tego samego dnia późnym wieczorem.

### Byłem w Hiroszynie...

6 sierpnia 1945 r. japońskie miasto Hiroszima stało się pierwszą w historii ofiarą wybuchu bomby jądrowej, co było jednym z głównych czynników kończących II wojnę światową. W wyniku eksplozji czterotonowej bomby uranowej, o złowrogiej nazwie „Little Boy”, zginęło w jednej chwili ok. 80 000 spośród ok. ćwierć miliona mieszkańców tego miasta. Rannych zostało kolejne kilkadziesiąt tysięcy osób. W chwili obecnej całkowicie odbudowaną Hiroszimą zamieszkuje ponad milion ludzi, jednakże ślady z przeszłości są obecne praktycznie wszędzie.



**Fot. 9.** Autor przed wejściem do instytutu Radiation Effects Research Foundation w Hiroszynie

**Photo 9.** The author in front of the RERF's main entrance in Hiroshima

Odwiedziłem Hiroszimą dnia 1 października 2014 r. Swoje pierwsze kroki skierowałem do amerykańsko-japońskiego instytutu Radiation Effects Research Foundation (RERF), który zajmuje się m.in. badaniem skutków wpływu promieniowania jonizującego na zdrowie ludzkie, czy też skutecznymi działaniami komunikacyjnymi dotyczącymi promieniowania. Po interesującym spotkaniu przeszedłem główną ulicą, zwaną Bulwarem Pokoju, do centrum miasta i Parku Pokoju, w którym znajdują się m.in. Muzeum poświęcone wybuchowi jądrowemu, pomnik ofiar oraz tzw. A-Bomb Dome, czyli ruina jednego z głównych budynków przedwojennej Hiroszimy, celowo zostawiony nieodbudowany.

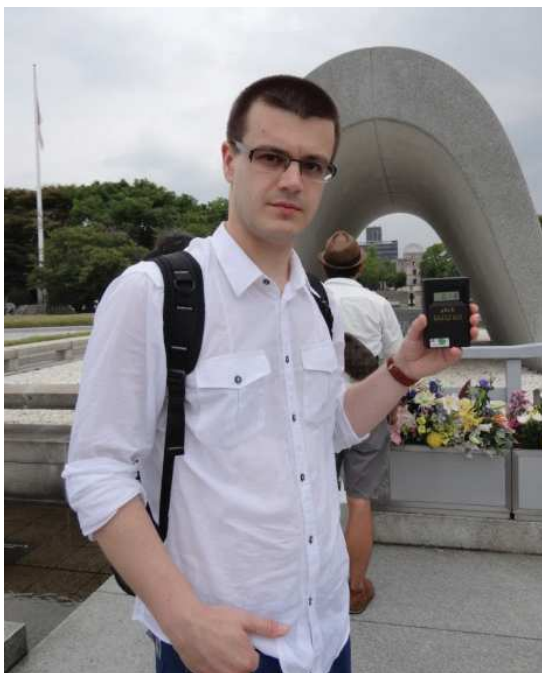


**Fot. 10.** Górna: muzeum bomby jądrowej – makietą obrazująca skalę zniszczenia miasta; Dolna: muzeum bomby jądrowej – kamienne schody ze słynnym „cieniem” człowiek

**Photo 10.** Upper: A-Bomb Museum and the model of destroyed city, Lower: A-Bomb Museum – the stony stairs with human “shadow”

Podkreślić należy, iż atak jądrowy na Hiroszimę nie miał nic wspólnego z energetyką jądrową. Miał jednak zasadniczy związek z promieniowaniem jonizującym, a w zasadzie jego negatywnym postrzeganiem. Co więcej, pierwotne badania ofiar Hiroszimy i Nagasaki stały się podstawami współczesnych norm ochrony przed promieniowaniem.

W trakcie zwiedzania Hiroszimy miałem ze sobą cały czas licznik Geigera, aby móc monitorować aktualny poziom promieniowania. W trakcie spaceru po mieście absolutnie nigdzie nie zarejestrowałem jakiegokolwiek wzrostu mocy dawki ponad naturalne tło. Jedynie tuż przy samych ruinach wspomnianego A-Bomb Dome licznik Geigera pokazał ok. 0,3  $\mu\text{Sv/h}$  i nigdzie indziej więcej.



**Fot. 11.** Górna: autor na tle pomnika ofiar ataku – moc dawki równa naturalnemu tłu promieniowania; Dolna: budynek-pomnik „A-Bomb Dome” - moc dawki równa naturalnemu tłu promieniowania

**Photo 11.** Upper: the author and A-bomb victims' monument – dose rate equals natural background radiation; Lower: the building-monument “A-Bomb Dome” – dose rate equals natural background radiation

Zdecydowanie największe wrażenie robi główne muzeum w Parku Pokoju, w którym zaprezentowano cały przebieg zdarzenia oraz katastrofalne skutki eksplozji. Zwiedzać go nie było łatwo, gdyż obecne były tłumy japońskiej młodzieży, a co chwila podjeżdżał autokar z nową grupą uczniów. Jednakże mimo to muzeum pozostawiło silne przeżycia z uwagi na fakt dosłownego zobrazowania tragedii mieszkańców Hiroszimy: dziesiątki tysięcy ofiar, zniszczone mienie, słynne „ludzkie cienie” w kamieniu, specyficznie stopione szkło etc. Nieopodal muzeum, we wspomnianym już Parku Pokoju zlokalizowanym na centralnej wyspie miasta, znajduje się pomnik ofiar bomby z wyrytymi nazwiskami każdej z nich. Nieopodal płonie ogień, który w zamysle projektantów ma zgasnąć dopiero wtedy, kiedy zlikwidowana zostanie ostaną bomba jądrowa na świecie. Nieco dalej znajduje się pomnik ofiar-dzieci z tysiącami papierowych figurek ptaków orgiami, dzwon pokoju oraz wspomniana A-Bomb Dome ze zniszczonym dachem.

### Na zakończenie

Czarnobyl, Fukushima i Hiroszima – te trzy miejsca zapisały się w historii świata jako wielkie tragedie. Dla przeciętnego człowieka kojarzą się niestety ze „złowrogim promieniowaniem”, co generuje bardzo wiele mitów. Choć we wszystkich tych trzech miejscach doszło do niewątpliwych tragedii, to jednak należy wyjaśnić wszelkie nieprawdy narosłe przez lata.

Odwiedziłem Czarnobyl, Fukuszimę i Hiroszimę osobiście zabierając za każdym razem wykalibrowany licznik Geigera służący do pomiaru mocy dawki promieniowania jonizującego (praktycznie gamma). Dzięki temu miałem możliwość na własne oczy przekonać się, jaki jest dzisiaj poziom promieniowania w każdym z tych miejsc, czy popularne mity mają jakiegokolwiek podstawy oraz czy gdziekolwiek istnieje realne ryzyko dla zdrowia. Okazuje się, że moce dawek są zdecydowanie mniejsze niż można było się tego spodziewać, a w większości miejsc nie ma już żadnego wzrostu radioaktywności, ponad i tak istniejące naturalne tło. Jest to bardzo istotna informacja, która pozwoli lepiej wyjaśnić wszystkie wątpliwości związane ze zjawiskiem promieniowania i zrozumieć, że strach jest w głównej mierze miarą ludzkiej niewiedzy.

*dr inż. Krzysztof Wojciech Fornalski,  
Polskie Towarzystwo Nukleoniczne,  
Warszawa*

### Przypisy:

1. Choć tłumaczenia, że atak jądrowy na Hiroszimę nie ma nic wspólnego z energetyką jądrową, nie zawsze są zauważane
2. Fornalski K.W. 'Jakie jest promieniowanie w Czarnobylu - pomiary w czasie pobytu w dniach 9-13.IV.2008 r.' [http://www.nuclear.pl/publikacje/pliki/Jakie\\_jest\\_promieniowanie\\_w\\_Czarnobylu.pdf](http://www.nuclear.pl/publikacje/pliki/Jakie_jest_promieniowanie_w_Czarnobylu.pdf)
3. W praktyce chodzi o moc dawki promieniowania gamma. Po uwzględnieniu radioaktywnego gazu radonu (który jest składnikiem naszej atmosfery) i innych składowych, całkowita moc dawki skutecznej wynosi ok. 0,27  $\mu\text{Sv/h}$ , czyli 2,4 mSv/rok (od źródeł naturalnych)
4. Miejsce, które było najbardziej skażone po awarii w 1986 r., co charakteryzowało się m.in. częściowym obumarciem roślinności w tym miejscu (wg przekazu naszego przewodnika).
5. JAIF International Cooperation Center - komórka współpracy z granicą działająca przy Japońskim Forum Atomowym